

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-203940

(P2001-203940A)

(43)公開日 平成13年7月27日(2001.7.27)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テ-マ-ト* (参考)

H 0 4 N 5/335

H04N 5/335

P

E

7.

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-6218(P2001-6218)

(22)出願日 平成13年1月15日(2001.1.15)

(31)優先権主張番号 09/484156

(32)優先日 平成12年1月18日(2000.1.18)

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 590000846

イーストマン コダック カンパニー

アメリカ合衆国，ニューヨーク14650，ロ
チェスター，ステイト ストリート343

(72)発明者 ロバート・マイケル ガイダッシュ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
スター アントラーズ ドライブ 460

(74) 代理人 100075258

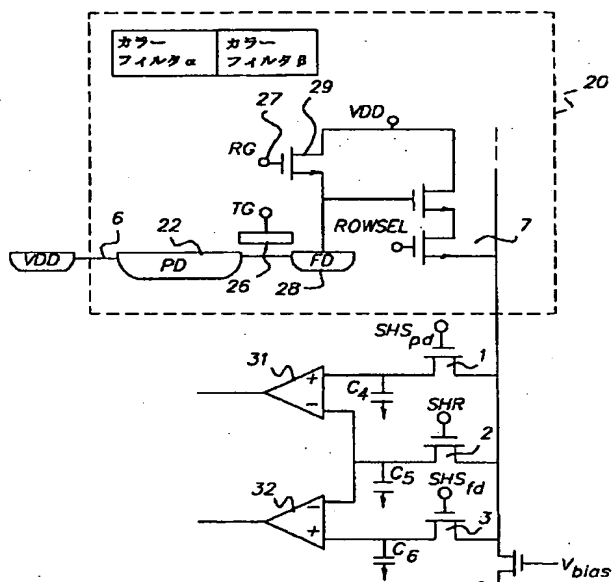
弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 イメージセンサ

(57) 【要約】

【課題】 アクティブピクセルの半導体イメージセンサの感度及び大きなダイナミックレンジを向上する。

【解決手段】 X-Yアドレス可能なピクセルのアレイを有したイメージセンサであって、各ピクセルの中には、第1の光の帯域幅を感知するように構成された光検出器22と、第2の光の帯域幅を感知するように構成された浮遊拡散部28と、光検出器22及び浮遊拡散部28をそれぞれ所定の電位にリセットできるリセットトランジスタと、電荷を光検出器22から浮遊拡散部28へ転送する転送ゲート26とが含まれる。浮遊拡散部28は遮光部を持たずに第2の光検出器として機能する。浮遊拡散部28にて生成された光電子を電圧信号として読み出した後、光検出器22にて生成された光電子を浮遊拡散部28に転送して電圧信号として読み出し、それら信号を合成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のピクセルから成るイメージングアレイを有する半導体ベースのX-Yアドレス可能なイメージセンサであって、

少なくとも1つの前記ピクセルは、

第1の光の帯域幅を感知するように構成された光検出器と、

第2の光の帯域幅を感知するように構成された感知ノードと、

前記光検出器及び前記感知ノードに対して動作するように構成されて、前記光検出器と前記感知ノードとを所定の電位にリセットできるリセット機構と、

前記光検出器にて生成された電荷を前記感知ノードへ転送するように構成された転送機構と、

を備え、

前記感知ノードは、遮光部を持たずに第2の光検出器として動作できるように形成されること、

を特徴とするイメージセンサ。

【請求項2】 複数のピクセルから成る半導体ベースのX-Yアドレス可能なMOSイメージセンサであって、
少なくとも1つの前記ピクセルは、

光検出器と、

前記光検出器に結合された感知ノードと、

前記光検出器及び前記感知ノードに対して動作するように構成されて、前記光検出器と前記感知ノードとを所定の電位にリセットできるリセット機構と、

前記光検出器にて生成された電荷を前記感知ノードへ転送するように構成された転送機構と、

を備え、

前記感知ノードは、遮光部を持たずに第2の光検出器と*30

ダイナミックレンジ= V_{sat}/σ_{noise}

【0003】 入射光子によって生成される電荷を積分する電荷結合素子(CCD)などのイメージセンサ素子は、ダイナミックレンジを有していて、このダイナミックレンジは、所定の受光面内に集めて保持することができる電荷量(V_{sat})によって制限される。例えば、どのような所定のCCDでも、ピクセル内に集めて検出することができる電荷量は、ピクセルの面積に比例する。このため、メガピクセルのデジタルスチルカメラ

(DSC)内で使用する市販の固体撮像素子については、 V_{sat} を表す電子の数はおよそ13,000から20,000個である。入射光が極めて明るくて、ピクセル又は光検出器内で保持することができる電子よりも多くの電子が生成される場合、これらの過剰の電子は、ピクセル内のブルーミング防止手段によって取り除かれ、飽和信号を増加させることには寄与しない。従って、最大検出可能な信号レベルは、光検出器又はピクセル内に保持することができる電荷量に制限される。DRは、センサのノイズレベル σ_{noise} によっても制限される。 V_{sat} についての制限のために、 σ_{noise} を極めて低いレベルにまで減ら

2

*して動作できるように形成されること、
を特徴とするイメージセンサ。

【請求項3】 請求項2に記載のX-Yアドレス可能なMOSイメージセンサであって、

前記光検出器に蓄積された信号電荷に応じた信号レベルを記憶するために使用される第1の記憶機構と、

前記感知ノードに蓄積された信号電荷に応じた信号レベルを記憶するために使用される第2の記憶機構と、

前記ピクセルにおける信号電荷の蓄積及び転送のタイミングをコントロールするためのタイミング回路と、

をさらに備えることを特徴とするイメージセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体ベースのイメージセンサに関し、より詳しくは、高い感度及び大きなダイナミックレンジを有するアクティブピクセルのイメージセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】 アクティブピクセルのイメージセンサ(Active Pixel image Sensor: APS)は、それぞれのピクセルが光感知手段及び少なくとも1つの他の能動素子の両方を含む固体のイメージャであり、信号(電圧信号又は電流信号のいずれか)に変換される電荷を生成する。この信号は、ピクセルの受光面に入射する光の量を表す。イメージング用感知デバイスのダイナミックレンジ(DR)は、センサのノイズレベルの二乗平均平方根値(σ_{noise})に対する、一般に飽和信号(V_{sat})と呼ばれる有効最大検出可能な信号レベルの比率として定義される。これは式1に示されている。

【数1】

……式1

すために、CCDの分野において多くの努力がなされてきた。典型的には、市販のメガピクセルのDSC素子のダイナミックレンジは、1000:1以下である。

【0004】 ダイナミックレンジについての同様な制限が、APS素子についても存在する。 V_{sat} は、光検出器内に保持及び隔離することができる電荷量によって制限される。過剰な電荷は失われる。このことは、APSに対してはCCDに比べてさらに問題となり得る。なぜならば、APSにおいては、ピクセル内のアクティブ素子により、光検出器にとって利用可能な領域が制限され、またAPS素子内で使用される電源及びクロックの電圧が低いからである。さらに、APS素子は1チップに構成されたイメージセンサシステムを提供するように使用されてきたので、CCDには存在しない、タイミング、コントロール及びアナログ-デジタル変換などのAPS素子上で使用されるデジタル及びアナログ回路は、CCDと比べてAPS素子上で一層高いノイズフロア(noise floor)を与える。これは、オンチップのアナログ-デジタル変換器からの可能な量子化ノイズだけで

なく、より高い一時的なノイズが原因である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本出願と共通の譲受人に譲渡された米国特許出願第09/426, 870号では、Guidashは、APS素子のダイナミックレンジを拡大するための従来技術の方式を説明し、光検出器からブルームする電荷を収集することによって、ダイナミックレンジを拡大するための新規な発明を開示している。その方式は、小さいピクセルでダイナミックレンジを拡大するが、センサ内の固定パターンノイズの原因になる光検出器の飽和レベルの空間的変動についての潜在的な不都合があり、センサの感度を向上させない。

【0006】従来技術のAPS素子も、ピクセル内のアクティブ素子の集積によって、またピクセルの上に配置されたカラーのフィルタ層を通る入射光の透過損失によって、フィルファクタが制限されることにより、光に対する感度が低い。

【0007】前述した説明から、固定したパターンノイズが低いこと、ピクセルが小さいこと及び感度が高いことを維持しながら、ダイナミックレンジを拡大させる要望が、素子についての従来技術の中に存在することは明白である。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、従来技術の問題に対する解決策が提供される。本発明においては、各ピクセル内の浮遊拡散領域が、個別の光検出器の領域として使用され、拡大されたダイナミックレンジ及び高い感度を提供する。

【0009】本発明の第1の実施形態では、各ピクセル内に設けられた浮遊拡散領域を、遮光せずに個別の光検出器領域として使用することによって、拡大されたダイナミックレンジ及びより高い感度が提供される。光検出器上に信号の電荷が集積されている間に、浮遊拡散領域上に入射する光に比例して、電荷が浮遊拡散領域上にも集められる。従来技術の素子では、浮遊拡散領域は電荷の電圧への変換ノードとして、積分の間の光検出器用のオーバーフローのドレインとして、又は全体的なフレーム捕獲のための電荷記憶領域として利用される。その結果、光が浮遊拡散領域に又はその近くに入射する結果として生ずる光の蓄積を防ぐために、及び光検出器の領域からブルミング電荷を排出させるために、浮遊拡散領域は入射光から遮光されるか、又はリセットモードに維持される。本発明では、浮遊拡散領域に入射する光の量に比例して、光検出器の積分時間とは別個にコントロールされた時間だけ、電荷が浮遊拡散領域に積分される。浮遊拡散領域上に積分された電荷は、次に、光検出器上に積分された電荷とは別個に読み出される。この第1の実施形態では、所定のピクセル内の光検出器及び浮遊拡散領域は、同じカラーフィルタによってカバーされるか、又は両方ともどのようなカラーフィルタにもカバー

されない。

【0010】本発明の第2の実施形態においては、所定のピクセル内の光検出器及び浮遊拡散領域に対して異なる又は別個のカラーフィルタを備えた第1の実施形態を利用することによって、入射光に対する拡大されたダイナミックレンジ及び高い感度が提供される。これにより、ピクセル当たり2つのカラーに関連した信号の電荷が提供される。

【0011】本発明によれば、素子のダイナミックレンジ及び感度を著しく増加させ、現在のシステム設計において使用することができる、アクティブピクセルのセンサ素子が、内部に複数のピクセルを有するX-Yアドレス可能なイメージャによって提供される。それぞれの複数のピクセル内には第1の光の帯域幅を感知するように構成された光検出器と、第2の光の帯域幅を感知するように構成された感知ノードと、光検出器及び感知ノードに対して動作するように構成されて、それぞれの光検出器及び感知ノードを所定の電位にリセットできるリセット機構と、電荷を光検出器から感知ノードへ転送するように構成された転送機構と、が含まれ、感知ノードは遮光部を持たずに第2の光検出器として動作できるように形成される。第1及び第2の帯域幅は、設計上の選択により、異なっても同一でもよい。X-Yアドレス可能なイメージャは、感知ノード上に蓄積された電荷に関連した信号を記憶するための第1の記憶機構、光検出器上に蓄積された電荷に関連した信号を記憶するための第2の記憶機構、及びそれぞれの複数のピクセルについて感知ノード及び光検出器の積分と転送とをコントロールするタイミング回路を有するシステムから成るように構成される。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施形態では、各ピクセル内に設けられた浮遊拡散領域を、遮光せずに個別の光検出器領域として使用することによって、拡大されたダイナミックレンジ及びより高い感度が提供される。光検出器上に信号の電荷が集積されている間に、浮遊拡散領域上に入射する光に比例して、電荷が浮遊拡散領域上にも集められる。浮遊拡散領域の積分時間は、光検出器の積分時間とは別にコントロールされる。このことは、図1及び図2に示したピクセルを用いて行われる。これは、本出願と共通の譲受人に譲渡された米国特許出願第09/426, 870号及び09/130, 665号においてGuidashによって開示されたものと同様のピクセル設計である。このピクセル10は、光検出器12（ピンド・フォトダイオードPが好ましい）、転送ゲート16、浮遊拡散部18、行選択トランジスタ7、浮遊拡散部18であるソースとリセットゲート17とリセットドレイン19とから成るリセットトランジスタ、及び水平オーバーフロー領域6から構成される。

【0013】図2は、対カラムの信号処理をさらに詳細

5

に示す、図1に示した本発明の第1の実施形態のピクセルの図である。図2に示したピクセル10は、行および列に配置された、X-Yアドレス可能ピクセルのアレイの一部であることが好ましい。一般に、ピクセル内に蓄積された電荷の呼出しは、一度に1つの行を選択し、その行内の複数の列を読み出すことによって行われる。それぞれの列は、個々のピクセルの出力を処理するための回路を有している。本発明によって構成される列回路は、信号をそれぞれコンデンサC4、C5及びC6に蓄積するために、ゲート信号SHSpd、SHR及びSHSfdによって

コントロールされるスイッチとして動作するトランジスタ1、2及び3である。コンデンサC4、C5及びC6内にゲート信号SHSpd、SHR及びSHSfdのもとで蓄積されるピクセル10からの信号は、差動増幅器31、32への入力として使用される。これらの差動増幅器は、浮遊拡散部18に対するリセット値をそれぞれの浮遊拡散部18及び光検出器12からの蓄積された信号値と比較する。

【0014】本発明の第1の実施形態の動作は、図2のピクセル10について、図3のタイミング図に示されて

おり、図4及び図5に示した出力信号転送関数が結果として生ずる。図3を参照すると、転送ゲート16（信号TGとして示されている）にオン及びオフのパルスを加えて、電荷を光検出器12から浮遊拡散部18に転送し、次に、リセットゲート17を動作させて、浮遊拡散部18をリセットすることによって、ピクセル10をリセットすなわち初期化する。リセットゲート17は浮遊拡散部18を、リセットゲートのパルス幅、リセットトランジスタのスレシールド電圧及びリセットドレイン19の電位によって決定される電位にリセットする。初期化すなわちリセットシーケンスの後で、転送ゲート16がオフに切り換えられると、光検出器の積分時間（ t_{intpd} ）が開始する。リセットゲートはオンのままである。水平オーバーフロー領域の静電ポテンシャルは、転送ゲートのオフ電位よりも低いレベルに設定されて、光検出器内の過剰な電荷が、水平オーバーフロー領域を通じて隣のピクセルのリセットドレイン内にブルームする。このオーバーフローのメカニズムは、電荷が浮遊拡散部内にブルームすること、及び浮遊拡散部上に蓄積された電荷が劣化することを防止する。このオーバーフローのメカニズムは、この技術において周知のどのような手段でもよい。光検出器の積分時間（ t_{intpd} ）が進行すると、浮遊拡散部も積分を開始することができる。浮遊拡散部の積分時間は、リセットゲートがオフに切り替わると開始する。リセットゲートがオフに切り替わる時間と浮遊拡散部をリセットする時間との間の経過時間は、浮遊拡散部の積分時間 t_{intfd} と呼ばれる。所望の浮遊拡散部の積分時間 t_{intfd} が終わると、浮遊拡散部18上に積分された電荷のレベルは、浮遊拡散部18の信号をコンデンサC6上に移すSHSfdのパルスによ

6

てサンプル及び保持される。続いて、RGによって浮遊拡散部18がリセットされ、浮遊拡散部のリセットレベルをコンデンサC5上に移すSHRによって、リセットレベルがサンプル及び保持される。次に、TG16をオン及びオフするパルスによって、電荷が光検出器12から浮遊拡散部18に移動され、その信号レベルは、次に、SHSpdによってサンプル及び保持されて、コンデンサC4上に移される。光検出器及び浮遊拡散部からのサンプル及び保持された信号レベルを、次に、電圧ドメイン内で加算して、合計信号を作ることができる。この1つの実施例を図2で示す。本発明は、コンデンサC6上の浮遊拡散信号とコンデンサC5上のリセットレベルとの差動増幅器32を経由した差分呼出し、及びコンデンサC4上の光検出器の信号レベルとコンデンサC5上のリセットレベルとの差動増幅器31を経由した第2の差分呼出しを構成して、これにより、光検出器の信号レベルに対して正しい補正された二重サンプリングを提供する。次に、いくつかの手段によって、最終出力信号を決定することができる。1つの例は、2つの差動増幅器31及び32からの信号を別個に読み出して、外部のチップにて加えることができる、ピクセル当たり2つの信号値を提供することである。第2の実施形態は、ピクセル当たりの単一の信号レベルとして信号を読み出すために、これらの信号を第3の増幅器及び後続の信号処理チェーンへの入力として提供することによって達成される。電圧ドメイン内で信号を結合することよりも、より大きな最大ピクセル信号レベル V_{max} をも提供する。これは、浮遊拡散部が、積分された光検出器の信号及び積分された浮遊拡散部の信号を同時に保持する必要がないからである。このため、 V_{max} は、浮遊拡散部の容量に光検出器の容量を加えた全容量まで拡大される。

【0015】この方法はリセットレベルを基準値としたピクセルの差分呼出しを使用しているため、ピクセルのオフセットノイズは相殺される。さらに、ピクセル内にどのような素子も追加することなく、ダイナミックレンジを拡大するので、この方法は、低コストの民生用のデジタル画像形成用途に実用的な小さなピクセルで実行することができる。浮遊拡散部及び光検出器の両方が積分のために使用されるので、ピクセルの感度が増大されて、このためピクセル内により大きな光能動的な領域が提供される。浮遊拡散部が、光検出器からブルームする電荷を集めるのではなく、浮遊拡散部に入射する光から作られる電荷を積分するので、電荷が光検出器からブルームするポイントの変動による固定パターンノイズが取り除かれる。この方法では、リセットレベルが浮遊拡散部の信号レベルに対して補正されないため、浮遊拡散部上に積分された電荷のピクセル読取りノイズは増加される。これは、一般に、30個の電子以下であり、有効信号レベルにおけるゲインと比較すると小さい。

7

【0016】図3について説明した動作の結果として、センサの出力応答は、図4及び図5に示ようになる。この出力応答は2つの領域から成る。光のレベルが低い場合は、出力応答は線形領域Aによる。線形領域Aの傾斜は、光検出器と浮遊拡散部とによって与えられた応答の重ね合わせであり、光検出器及び浮遊拡散部の両方の積分時間に比例している。光電子の数が光検出器の容量を超えると、この電荷は水平オーバーフロー領域を流れて、リセットドレインすなわち隣接するピクセルのVDDを経由して取り除かれる。光検出器の信号電荷は、 V_{pdsat} と呼ばれるこのポイントで飽和する。このポイントで、ピクセルの出力応答は、線形領域Bに従う。好ましい実施形態では、図3に示したタイミングによって、線形領域Bにおいて線形の応答が提供される。この線形領域Bの傾斜は、浮遊拡散部の積分時間 t_{intfd} に依存すると共に正比例する。2つの図面（図4及び図5）は、線形領域A及び線形領域Bに対して2つの異なる傾斜を示している。図4の浮遊拡散部の積分時間は、図5のそれよりも短い。その結果、図5の線形領域A及び線形領域Bの傾斜は、図4のものより大きい。

【0017】ダイナミックレンジは2つの方法で拡大される。第1は、浮遊拡散領域を使用して光電子を積分及び記憶するので、最大電子容量は、光検出器を用するだけよりは大きくなる。第2は、光検出器及び浮遊拡散領域に対して異なる積分時間を使用することによって、有効な又は推定された信号レベル V_{eff} は、光検出器及び浮遊拡散領域の積分時間の比率、光検出器及び浮遊拡散領域の応答度の比率、及びそれぞれからの測定された信号レベルから決定することができる。光検出器の積分時間 t_{intpd} の浮遊拡散部の積分時間 t_{intfd} に対する比率を大きくすることができるので、光検出器及び浮遊拡散部の容量によって限定される信号を大きく超えて、 V_{eff} を増大させることができる。

【0018】センサの出力信号を、線形領域Bからの有効信号レベルを決めずに、直接表示することも可能である。このことは、より大きな入射光源の範囲を直接検出可能な信号の電圧範囲内にマッピング及び直接表示することによって、さらにダイナミックレンジを拡大する。この直接出力応答は、図4及び図5内で示されているものである。

【0019】図3に示すタイミング図は、浮遊拡散部及び光検出器上の電荷を別個に読み出す好ましい実施形態を示している。この場合、信号は電圧ドメイン内で結合される。呼出しは、単一呼出しによって行うこともできる。この単一呼出しでは、光検出器内の信号の電荷は浮遊拡散部に転送され、結合された電荷は図6に示すように読み出される。この方法は、単一呼出しの利点を有するため、呼出し時間が早い、有効電荷容量が小さく、差分呼出しが補正されない不都合がある。

【0020】本発明の第2の実施形態は、2つの異なる

8

カラーフィルタ α 及び β と結合された浮遊拡散部 28 及び光検出器 22 からの電荷を、別個に読み出す方法を利用している。これらのカラーフィルタ α 及び β は、所定のピクセル 20 内の光検出器 22 及び浮遊拡散部 28 の上に設けられている。このことは、図7に示されている。この発明では、2つの異なるカラーに関連した信号レベルを得ることができ、それぞれのピクセルの場所から別々に測定される。図7を参照すると、浮遊拡散部 28 上に蓄積された電荷はタイミング信号 SHS_{rd} によってコンデンサ C_6 上に記憶される、本発明の第2の実施形態が示されている。図3に示したタイミング図に呼応した方法では、 SHS_{rd} 信号の後に、リセット信号がリセットゲート (RG) 27 に印加されて、その結果、浮遊拡散部 28 がリセットされ、次に、その浮遊拡散部 28 の電位レベルが、タイミング信号 SHR が加えられることによってコンデンサ C_5 上に記憶される。次に、光検出器 22 内に蓄積された電荷は、タイミング信号 TG によって浮遊拡散部 28 に転送される。浮遊拡散部 28 上の光検出器 22 の電荷は、次に、タイミング信号 SHS_{pd} を動作させることによって、コンデンサ C_4 上に記憶される。本発明の好ましい実施形態においては、差動増幅器 31 への基準入力としてコンデンサ C_5 上のリセットレベルを使用して、コンデンサ C_4 上のカラーフィルタ α の浮遊拡散部 28 の信号レベルを読み取る、差分呼出しを採用するように構成されている。コンデンサ C_6 上のカラーフィルタ β の光検出器 22 の信号レベルについての第2の差分呼出しが、コンデンサ C_5 上のリセットレベルを再度基準入力として差動増幅器 32 を経由して行われ、これにより、光検出器 22 の信号レベルについての真の補正された二重サンプリングが提供される。次に、最終的な出力信号がいくつかの手段によって決定される。1つの例は、2つの差動増幅器 31 及び 32 からの信号を別個に読み出して、外部のチップにて加えることができるピクセル当たり2つの信号値を提供することである。ピクセル当たりの単一のカラー差のレベルとして信号を読み出すために、カラーフィルタ α 及びカラーフィルタ β の信号を第3の増幅器及び信号処理チェーンへの入力として提供することによって、第2の実施形態の呼出しが得られるように構成される。このことは、ピクセルごとにアナログ電圧ドメイン内にカラーの減算又はカラーの加算のいずれかを設けた任意の方法で、又は単一のピクセル若しくは隣接するピクセルからの2つのカラー信号を使用して、これらの信号の所望の組み合わせを得るような何らかの方法で行うこともできる。

【0021】第2の実施形態において最終出力信号を得るための別の方法は、カラーの1つに白色光を表示させることである。この第2の実施形態のバージョンでは、カラーフィルタは、浮遊拡散部 28 又は光検出器 22 のいずれかに対しては、事実上、空のスペースとする。カラーなしのフィルタを用いて、浮遊拡散部 28 又は光検

出器22の上にこの空のスペースを作ることにより、白色フィルタを作成することが好ましい。白色フィルタは、光検出器22又は浮遊拡散部28上のカラーフィルタよりも早く光電子を蓄積するので、それぞれのピクセル20に関連するカラー信号を維持しながら、ピクセル20の感度を増加させることができる。この方法を用いて、イメージセンサをカラー又は単色のセンサとして使用することができる。

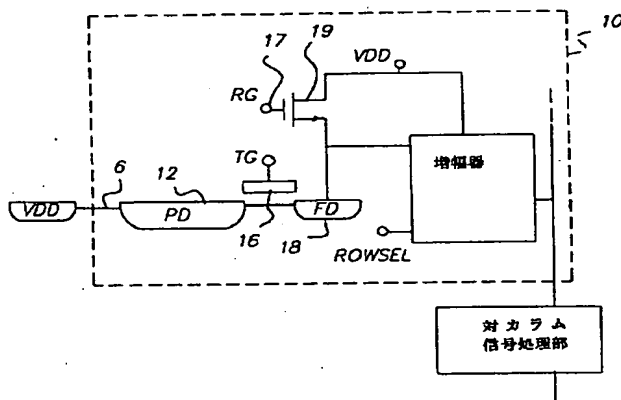
【0022】他の方法は、それぞれのピクセル内の光検出器又は浮遊拡散領域に対して緑のカラーフィルタを設けることである。この実施形態においては、ピクセル当たりのより正確な輝度のサンプルを作ることができる。従来技術の装置は、一般に、隣接したピクセルのカラーフィルタで処理した光のサンプルの補間から、各ピクセルにおいて輝度チャンネルを作る。これにより、カラーフィルタの補間に関連するノイズは存在しないので、より少ないノイズのイメージを提供することができる。また、本発明が提供する特徴を用いて、デジタルイメージング技術を拡大し変更させることができる。

【0023】図面には示していないが、この方法は当業者に明白な多くの変形例を用いて実施することができる。例えば、光検出器はフォトゲートとすることができ、リセット用トランジスタは任意のリセット手段に置き換えることができ、水平オーバーフロー領域は水平オーバーフローゲート又は他のオーバーフロー手段であってもよく、行選択トランジスタはどのような行選択手段によって置き換えることもできる。それぞれのピクセルは、異なるカラーの対を持つことができる。

【0024】

【発明の効果】本発明は、次のような利点を有する。本発明は、センサのダイナミックレンジ及び感度の拡大を提供するものであり、これはほとんど又はまったく変更なしに現在のセンサ及びピクセルの設計の中で容易に採用することができる。高い充填比を有する小さいピクセル*

【図1】



*ルによって、ピクセル当たり2つのカラーからの別個の信号が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 光検出器及び浮遊拡散部の両方に入射するフォトンから作られる光電子の積分によってダイナミックレンジを拡大する、本発明の第1の実施形態のピクセルの模式的な構成図である。

【図2】 対カラムの信号処理をさらに詳細に示す、図1に示した本発明の第1の実施形態のピクセルの模式的な構成図である。

【図3】 図2に示したピクセルについての動作を説明するタイミング図である。

【図4】 図2のピクセルにおける図3のタイミング図に示される動作による一対の伝達関数を示すグラフであって、線形領域Bに対して小さい傾斜をもたらす短い浮遊拡散積分時間に対応したグラフである。

【図5】 図2のピクセルにおける図3のタイミング図に示される動作による一対の伝達関数を示すグラフであって、線形領域Bに対して大きい傾斜をもたらす長い浮遊拡散積分時間に対応したグラフである。

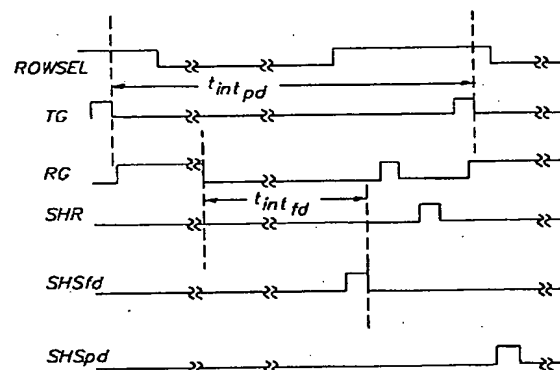
【図6】 図2に示したピクセルについての他の動作を説明するタイミング図である。

【図7】 光検出器及び浮遊拡散部の両方に入射するフォトンから作られる光電子の積分によってダイナミックレンジを拡大する、本発明の第2の実施形態のピクセルの図である。

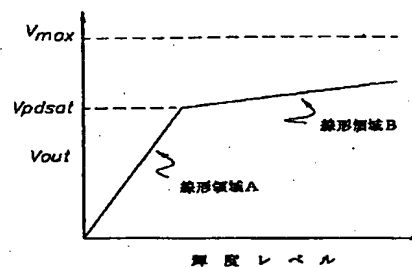
【符号の説明】

1, 2, 3 トランジスタ、6 水平オーバーフロー領域、7 行選択トランジスタ、10, 20 ピクセル、12, 22 光検出器、16, 26 転送ゲート、17, 27 リセットゲート、18, 28 浮遊拡散部、19, 29 リセットドレイン、31, 32 差動増幅器。

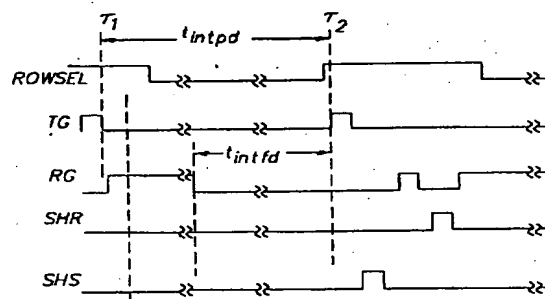
【図3】



【図4】



【図 6】



【図7】

